



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10178705 A**

(43) Date of publication of application: 30.06.98

(51) Int. Cl.

B60L 11/18

B60L 3/00

B60L 11/02

B60L 11/12

F02D 29/06

(21) Application number: **08339785**

(22) Date of filing: 19.12.96

(71) Applicant: **TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD**

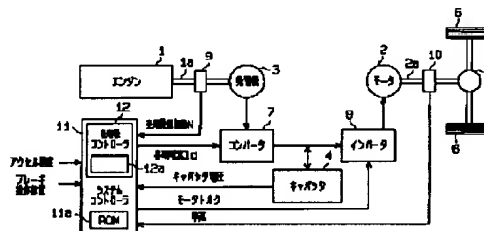
(72) Inventor: KATAOKA KOHEI
OODATE TAIJI

(54) ELECTRIC VEHICLE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electric vehicle with an engine being usable within the range suited for engine characteristics.

SOLUTION: A generator 3 rotated and driven coupled by an engine 1 generates electric power, corresponding to a rotating speed based on the field control by field current. The power is stored in a capacitor 4. Then, the engine 1 is rotated and driver based on the optimum torque characteristic, and the required generated energy is calculated based on the running state from time to time. The target-rotating speed for controlling the generator 3 corresponding to the generated energy is calculated based on the generated energy and the optimum torque characteristic of the engine 1. Then, based on the target rotating speed, the generator 3 is field-controlled, and the generator 3 is rotated and driven at a rotating speed which balances the drive torque of the generator 3 relative to the generated torque by the rotation of the engine 1.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-178705

(43)公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
B 6 0 L	11/18	B 6 0 L	11/18
	3/00		3/00
	11/02		11/02
	11/12		11/12
F 0 2 D	29/06	F 0 2 D	29/06
			D
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)			

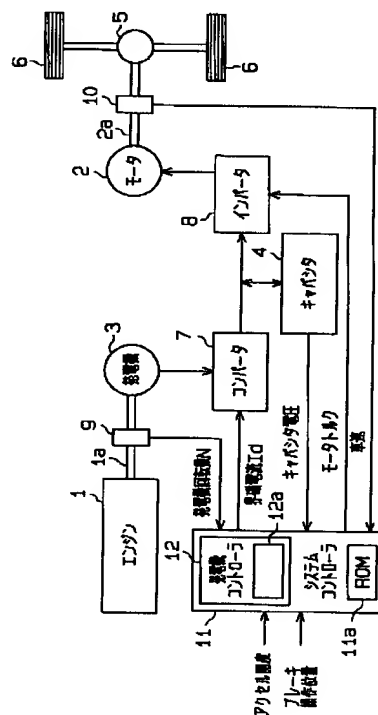
(21)出願番号	特願平8-339785	(71)出願人	000003218 株式会社豊田自動織機製作所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(22)出願日	平成8年(1996)12月19日	(72)発明者	片岡 康平 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社豊田自動織機製作所内
		(72)発明者	大立 泰治 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社豊田自動織機製作所内
		(74)代理人	弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 電気自動車

(57)【要約】

【課題】 エンジンを特性に合った範囲で 사용할 수 있는 전기자동차를 제공하는 것.

【解決手段】 엔진 1 に連結され回転駆動される発電機 3 は界磁電流による界磁制御に基づいて回転数に応じた電力を発電する。その電力はキャパシタ 4 に貯えられる。そして、エンジン 1 が最適なトルク特性に基づいて回転駆動されるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量が演算され、その発電量とエンジン 1 の最適なトルク特性とに基づいて発電量に対応する発電機 3 を制御する目標とする目標回転数を演算する。そして、その目標回転数に基づいて、発電機 3 を界磁制御し、エンジン 1 の回転による発生トルクとに対して発電機 3 の駆動トルクがバランスする回転数で発電機 3 を回転駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関と、

前記内燃機関に連結され、該内燃機関により回転駆動され、界磁電流による界磁制御に基づいて駆動される回転数に応じた電力を発電する発電機と、

前記発電機により発電される電力を蓄える蓄電装置と、前記蓄電装置から供給される電力に基づいて回転駆動される走行モータと、

前記内燃機関を最適なトルク特性に基づいて回転駆動させるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量を演算し、その発電量と前記内燃機関の最適なトルク特性とに基づいて前記発電量に対応する発電機を制御する目標とする目標回転数を演算し、その目標回転数に基づいて、前記発電機を界磁制御し、前記内燃機関の回転による発生トルクとに対して前記発電機の駆動トルクがバランスする回転数で該発電機を回転駆動する発電制御装置とを備えた電気自動車。

【請求項2】 前記発電制御装置は、

前記内燃機関を最適なトルク特性に基づいて回転駆動させるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量に対応する発電機の目標回転数を演算する回転数演算手段と、

前記発電機のその時々々の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記発電機の検出回転数と前記目標回転数とを比較する比較手段と、

前記比較結果に基づいて界磁電流を演算する界磁電流演算手段と、

前記界磁電流に基づいて発電機を界磁制御する制御手段とから構成される請求項1に記載の電気自動車。

【請求項3】 前記界磁電流演算手段は、回転数が目標回転数よりも大きい場合には前記界磁電流を増加させて前記発電機の回転数を減少させ、前記回転数が目標回転数よりも小さい場合には前記界磁電流を減少させるようにした請求項1又は2に記載の電気自動車。

【請求項4】 前記発電機は、内部磁石型電動機である請求項1乃至3に記載の電気自動車。

【請求項5】 前記内燃機関のトルク特性は、該内燃機関の燃費率、騒音、エミッションのうちの少なくとも1つが最適なトルク特性である請求項1乃至4に記載の電気自動車。

【請求項6】 前記走行条件は、走行モータの回転数を検出した車速信号と、前記蓄電装置に貯えられた電圧と、アクセル開度信号と、ブレーキ操作位置と、のうちの少なくとも1つに基づいたものである請求項1乃至5に記載の電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電気自動車に係り、詳しくはバッテリー電圧により駆動される走行モータと、

そのバッテリー等の蓄電装置を充電するためのエンジンとを備えたハイブリッド型の電気自動車のエンジンにより蓄電装置を充電するための発電を制御する制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、電機自動車において、走行モータに加えて、そのモータに電力を供給するバッテリーに電力を蓄電させるためのエンジン及び発電機が搭載されたものがある。図8に示すように、電気自動車に備えられた内燃機関としてのエンジン51は、例えばガソリンエンジンよりなり、そのエンジン51には発電機52が接続されている。エンジン51は、その時々々のアクセル開度等の運転条件によってコントローラ53によりそのスロットル開度が制御され、そのスロットル開度に応じた回転数及びトルクにより発電機52を回転駆動させる。

【0003】 発電機52には、例えば、ロータの外周面に永久磁石が取着された表面磁石型電動機が用いられる。発電機52は、エンジン51の回転による回転駆動され、発電した電力がバッテリー54に蓄積される。そのバッテリー54に蓄積された電力は図示しない走行モータに供給され、その走行モータをアクセル開度に応じて回転制御して図示しない駆動輪を回転させることにより、電気自動車が走行する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 図9には、エンジン51のエンジン回転数に対する発生トルクの回転数－トルク特性がスロットル開度毎に実線で示されている。また、図9には、発電機52の回転数に対して必要とする駆動トルクの回転数－駆動トルク特性が破線により示されている。

【0005】 一般に、表面磁石型電動機よりなる発電機52の駆動トルクは回転数に比例し、図9の破線で示される傾き一定の直線で表される。そして、発電機52は、その駆動トルクに応じた電力を発生させる。一方、エンジン51により発生するトルクは、一般的に、スロットル開度毎に、図9に示すような特性となる。そして、発電機52は、エンジン51により発生するトルクにより駆動される。即ち、エンジン51は、そのエンジン51により発生するトルクと、発電機52の駆動トルクとが釣り合う回転数で運転される。従って、その時々々に必要となる発電量に応じて発電機52を回転駆動するため、エンジン51は、発生するトルクが発電機の駆動トルクと一致するようにスロットルが制御される。

【0006】 しかしながら、上記の発電機52の回転数－駆動トルク特性は、エンジン51の使用範囲に適合しない。例えば、発電機52の駆動トルク線上で使用されるエンジン51の燃料消費率が悪化したり、駆動音が大きくなったりする場合があった。

【0007】 本発明の目的はエンジンを特性に合った範囲で使用することができる電気自動車を提供することに

ある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために請求項1に記載の発明は、内燃機関と、前記内燃機関に連結され、該内燃機関により回転駆動され、界磁電流による界磁制御に基づいて駆動される回転数に応じた電力を発電する発電機と、前記発電機により発電される電力を蓄える蓄電装置と、前記蓄電装置から供給される電力に基づいて回転駆動される走行モータと、前記内燃機関を最適なトルク特性に基づいて回転駆動させるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量を演算し、その発電量と前記内燃機関の最適なトルク特性とに基づいて前記発電量に対応する発電機を制御する目標とする目標回転数を演算し、その目標回転数に基づいて、前記発電機を界磁制御し、前記内燃機関の回転による発生トルクとに対して前記発電機の駆動トルクがバランスする回転数で該発電機を回転駆動する発電制御装置とを備えたことを要旨とする。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の電気自動車において、前記発電制御装置は、前記内燃機関を最適なトルク特性に基づいて回転駆動させるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量に対応する発電機の目標回転数を演算する回転数演算手段と、前記発電機のその時々々の回転数を検出する回転数検出手段と、前記発電機の検出回転数と前記目標回転数とを比較する比較手段と、前記比較結果に基づいて界磁電流を演算する界磁電流演算手段と、前記界磁電流に基づいて発電機を界磁制御する制御手段とから構成されることを要旨とする。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の電気自動車において、前記界磁電流演算手段は、回転数が目標回転数よりも大きい場合には前記界磁電流を増加させて前記発電機の回転数を減少させ、前記回転数が目標回転数よりも小さい場合には前記界磁電流を減少させるようにしたことを要旨とする。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3に記載の電気自動車において、前記発電機は、内部磁石型電動機であることを要旨とする。請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4に記載の電気自動車において、前記内燃機関のトルク特性は、該内燃機関の燃費率、騒音、エミッションのうちの少なくとも1つが最適なトルク特性であることを要旨とする。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至5に記載の電気自動車において、前記走行条件は、走行モータの回転数を検出した車速信号と、前記蓄電装置に貯えられた電圧と、アクセル開度信号と、ブレーキ操作位置と、のうちの少なくとも1つに基づいたものであることを要旨とする。

【0013】従って、請求項1に記載の発明によれば、内燃機関に連結され回転駆動される発電機は界磁電流に

よる界磁制御に基づいて回転数に応じた電力を発電する。その電力は蓄電装置に貯えられる。そして、内燃機関が最適なトルク特性に基づいて回転駆動されるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量が演算され、その発電量と内燃機関の最適なトルク特性とに基づいて発電量に対応する発電機を制御する目標とする目標回転数が演算され、その目標回転数に基づいて、発電機が界磁制御され、内燃機関の回転による発生トルクとに対して発電機の駆動トルクがバランスする回転数で発電機が回転駆動される。

【0014】請求項2に記載の発明によれば、発電制御装置は、回転数演算手段と回転数検出手段と比較手段と界磁電流演算手段と制御手段とから構成される。回転数演算手段によれば、内燃機関が最適なトルク特性に基づいて回転駆動されるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量に対応する発電機の目標回転数が演算される。回転数検出手段によって、発電機のその時々々の回転数が検出される。その検出回転数と目標回転数とが比較手段によって比較され、その比較結果に基づいて界磁電流演算手段により界磁電流が演算される。そして、制御手段によれば、界磁電流に基づいて発電機が界磁制御される。

【0015】請求項3に記載の発明によれば、界磁電流演算手段は、回転数が目標回転数よりも大きい場合には界磁電流が増加されて発電機の回転数が減少され、回転数が目標回転数よりも小さい場合には界磁電流が減少されて発電機の回転数が増加される。

【0016】請求項4に記載の発明によれば、発電機は、内部磁石型電動機であり、界磁電流に基づいて発生する界磁の磁束に応じた電力を発電する。請求項5に記載の発明によれば、内燃機関のトルク特性は、内燃機関の燃費率、騒音、エミッションのうちの少なくとも1つが最適なトルク特性であり、そのトルク特性により目標回転数が演算される。

【0017】請求項6に記載の発明によれば、走行条件は、走行モータの回転数を検出した車速信号と、蓄電装置に貯えられた電圧と、アクセル開度信号と、ブレーキ操作位置と、のうちの少なくとも1つに基づいて、発電機の界磁電流を制御して駆動トルクを制御し、発電機に直結された内燃機関回転数が制御される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施の形態を図1～図6に従って説明する。図1に示すように、電気自動車は、内燃機関としてのエンジン1及び走行モータ2が備えられ、所謂ハイブリッド車として構成されている。エンジン1は例えばガソリンエンジンよりなり、その出力軸1aには発電機3が連結されている。発電機3は、交流モータである内部磁石型電動機を発電機として使用するものであり、エンジン1により回転駆動され、その時々々の回転数に応じた交流電力を発電す

る。

【0019】発電機3には、蓄電手段としてのキャパシタ4が接続されている。キャパシタ4には、発電機3により発電された電力が一旦貯えられる。その貯えられた電力は、走行モータ2に供給される。

【0020】走行モータ2は例えば交流誘導モータよりなり、その出力軸2aには、ディファレンシャルギア5を介して駆動輪6が接続されている。走行モータ2は、キャパシタ4から供給される電力に基づいて回転駆動する。その走行モータ2の回転は、出力軸2a及びディファレンシャルギア5を介して駆動輪6に伝達され、駆動輪6はその伝達される回転に基づいて回転駆動されて電気自動車が行走する。

【0021】従って、エンジン1は、発電機3を回転駆動して走行モータ2に電力を供給するためにのみ用いられる。即ち、本実施形態の電気自動車は、所謂シリーズ型のハイブリッド車として構成されている。

【0022】発電機3とキャパシタ4との間には、コンバータ7が挿入接続されている。コンバータ7は、交流モータよりなる発電機3にて発電された電力を、キャパシタ4に貯えるために利用される。コンバータ7は、交流を直流に変換する順変換回路であり、発電機3により発電される交流を直流に変換してキャパシタ4に出力し、キャパシタ4は、その直流に変換された電力を一旦貯える。

【0023】キャパシタ4と走行モータ2との間には、インバータ8が挿入接続されている。インバータ8は、キャパシタ4に貯えられた電力により交流モータよりなる走行モータ2を駆動するために利用される。インバータ8は、直流を交流に変換する逆変換回路であり、キャパシタ4に貯えられた電力を直流から交流に変換して走行モータ2に供給する。走行モータ2は供給された交流に基づいて回転駆動される。

【0024】また、インバータ8は、コンバータ7に接続され、発電機3からコンバータ7を介して供給される電力を直流から交流に変換して走行モータ2に供給する。従って、走行モータ2は、キャパシタ4に貯えられた電力、又は、発電機3により発電された電力により回転駆動する。この構成により、加速時等の走行状態によって走行モータ2に供給する電力がキャパシタ4に貯えられた電力では不足する場合、発電機3から直接供給される電力を加えることにより、不足する電力を補って走行状態に応じて走行モータ2を回転させ走行することが可能となる。

【0025】エンジン1と発電機3とが連結された出力軸1aには、回転センサ9が設けられている。回転センサ9は、その時々発電機3の回転数Nを検出し、その検出した回転数Nを出力する。

【0026】走行モータ2の出力軸2aには車速センサ10が設けられている。車速センサ10は、走行モータ

2の回転を検出する。その走行モータ2の回転は、電気自動車の走行速度（車速）に対応（例えば、比例）している。従って、車速センサ10は、走行モータ2の回転を監視することにより車速を検出し、その検出した車速に応じた車速信号を出力する。その車速信号は、システムコントローラ11に入力される。

【0027】システムコントローラ11には、回転センサ9により検出された発電機3の回転数Nが入力される。また、システムコントローラ11には、アクセルペダルに設けられたアクセルセンサ（いずれも図示略）が接続され、そのアクセルセンサにより検出されるアクセルペダルの操作量に対応したアクセル開度信号が入力される。また、システムコントローラ11には、ブレーキペダルに設けられたブレーキセンサ（いずれも図示略）が接続され、そのブレーキセンサにより検出されるブレーキペダルの操作位置に対応したブレーキ操作位置信号が入力される。

【0028】更にまた、システムコントローラ11には、キャパシタ4が接続され、その時々キャパシタ4の電力量がキャパシタ電圧として入力される。システムコントローラ11には、マイクロコンピュータ等よりなり、記憶手段としてのROM11aを備えている。そのROM11aには、走行モータ2を制御して電気自動車の走行制御を制御する走行制御プログラムが予め記憶されている。システムコントローラ11は、ROM11aに記憶された走行制御プログラムに従って、アクセル開度信号及びブレーキ操作位置信号に基づいて、その時々必要となるトルクを発生させるべくモータトルク信号をインバータ8に出力する。これにより、インバータ8はモータトルク信号に基づいて走行モータ2に交流電力を供給し、走行モータ2は前記供給される電力により必要な回転数及び駆動力を発生する。

【0029】また、ROM11aには、発電機3の発電量を制御する発電制御プログラムが予め設定され記憶されている。発電機3の発電量は、その発電機3の回転数に対応している。そして、発電機3の発電量は、その時々キャパシタ電圧、及び、アクセル開度やブレーキ操作量等の走行状態に基づいて変化する。従って、システムコントローラ11は、それらのキャパシタ電圧や走行状態に基づいて、発電機3の発電量を制御するべくその発電機3の目標とする回転数を演算する。その目標回転数の演算には、ROM11aに記憶されたエンジン1のトルク特性マップが利用される。

【0030】トルク特性マップは、例えばエンジン1の燃費率が最適なトルク特性であって、実験等によりエンジン1の等出力カーブ上で最も燃費率のよいポイントを結んだ特性として予め求められている。そして、ROM11aには、トルク特性マップに基づいて、エンジン1の回転数、発生トルク、及び、スロットル開度等が格納されている。尚、図4には、トルク特性マップが、エン

ジン1の回転数と、その回転数に対するエンジン発生トルクとして示されている。

【0031】システムコントローラ11は、トルク特性マップに基づいて、目標回転数N0を演算する。そして、システムコントローラ11は、その演算した目標回転数N0を、そのシステムコントローラ11内に設けられた発電機コントローラ12に指示する。

【0032】また、システムコントローラ11は、トルク特性マップに基づいて、目標回転数N0に対応して記憶されたスロットル開度をROM11aから読み出す。そして、システムコントローラ11は、エンジン1に対して吸入空気量をコントロールする図示しないスロットルをそのスロットル開度に設定する。この構成により、エンジン1は、燃費率の最適なトルク特性で駆動される。また、エンジン1のスロットルは、目標回転数N0に対応してそのスロットル開度が一義的に設定され、細かく制御されない。

【0033】発電機コントローラ12は、マイクロコンピュータ等よりなり、発電機3の回転数を制御するために利用される。発電機コントローラ12には、前記回転センサ9が接続され、その回転センサ9により検出された発電機3の回転数に対応した回転検出信号が入力される。

【0034】発電機コントローラ12は、回転検出信号に基づいた発電機3のその時々々の回転数（以下、実行回転数という）Nと、システムコントローラ11から指示される目標回転数N0とを比較する。そして、その比較結果に基づいて励磁電流Idをコンバータ7に出力する。

【0035】図2に示すように、コンバータ7には、6個のトランジスタT1～T6と制御部7aとが備えられ、各トランジスタT1～T6にはそれぞれダイオードが並列に接続されている。トランジスタT1とトランジスタT2とが直列に接続され、両トランジスタT1、T2間の接続点は、走行モータ2のU相端子に接続されている。又、トランジスタT3とトランジスタT4とが直列に接続され、両トランジスタT3、T4間の接続点は、走行モータ2のV相端子に接続されている。さらに、トランジスタT5とトランジスタT6とが直列に接続され、両トランジスタT5、T6間の接続点は、走行モータ2のW相端子に接続されている各トランジスタT1～T6のベースは制御部7aに接続されている。

【0036】制御部7aは図1に示される発電機コントローラ12に接続され、その発電機コントローラ12から界磁電流Idとトルク電流Iqとが入力される。制御部7aは、入力される界磁電流Idとトルク電流Iqとに基づいて、各トランジスタT1～T6をオンオフ制御するタイミングを変化させる。例えば、その時々々の回転数に応じて発電機3に発生する三相交流電流Iu、Iv、Iwに対して、各トランジスタT1～T6をオン

フ制御する位相をずらす。すると、発電機3には、三相交流電流Iu、Iv、Iwとオンオフ制御されるトランジスタT1～T6の位相に応じた磁束が発生する。即ち、コンバータ7は、界磁電流Idに基づいて発電機3に磁束を発生させる界磁制御手段となる。

【0037】発電機3に用いられる内部磁石型電動機（IPMモータ）は、ロータの表面に設けられたコア内部に永久磁石が備えられ、そのコアには、永久磁石による磁界と、ステータによる磁界とが発生する。それらの磁界は、ロータとステータ間に作用し、磁界の強さを変更することによりロータを回転させるために必要な駆動トルクが変化する。そして、永久磁石による磁界は一定であって、ステータによる磁界は、モータに供給される三相交流電流によって変化し、その三相交流電流は、界磁電流を制御することにより変更される。従って、界磁電流を増加又は減少させることにより、回転数に対する駆動トルク、即ち、回転数に対する駆動トルク特性を変更することができる。

【0038】従って、界磁電流を制御してステータ側に発生する磁界によってコアに発生する磁界の強さ（界磁の磁束）を制御することにより、回転数に対する駆動トルクの特性を変更することができる。

【0039】即ち、発電機3は、その発生した磁束に応じた電圧を発電する。例えば、発電機3に発生する磁束Φ、その時の回転数Nとすると、発電機3に発生する電圧Vは、

$$V = K1 \times \Phi \times N$$

として表される。また、発電機3に発生する電流Iは、キャパシタ4の等価抵抗Rとすると、

$$I = V / R$$

として表される。更に、発電機3の駆動トルクTは、 $T = K2 \times I$

として表される。ただし、K1、K2は、定数である。

【0040】従って、上記式から、回転数Nに対して、発電機3に発生する磁束Φを変更することにより、その発電機3の駆動トルクT、ひいては、発生する電圧Vを変化させることができる。その結果、発電機3の駆動トルク特性は、界磁制御を行うことによって、図3に示すように一定の回転数に対して任意の駆動トルクTとすることができる。尚、図3に示される回転数に対してトルクが一定となる破線は、発電機3の最大駆動トルクを示し、その最大駆動トルクは、エンジン1の発生トルク以上に設定されている。

【0041】従って、エンジン1を回転数Nで駆動させ、発電機3の界磁を制御することにより、エンジン発生トルクに対して発電機3の駆動トルクがつり合う点でその発電機3が回転駆動される。そのつり合う点は、図4に示されるように、エンジン発生トルク特性と、発電機3の駆動トルク特性とが交差する点となる。そして、エンジン発生トルク特性は、前記の燃費率の最適なトル

ク特性に設定されている。

【0042】即ち、エンジン1は、燃費率の最適なトルク特性で駆動され、その特性に合うように発電機3の界磁が制御される。そして、目的回転数 N_0 で回転駆動される発電機3により発生する電力は、コンバータ7により直流に変換され、その時々に必要な電力としてキャパシタ4、及び、インバータ8を介して走行モータ2に供給される。

【0043】次に、発電機コントローラ12による界磁電流 I_d の演算を、図6に示される演算フローチャートに従って説明する。尚、ここでは、エンジン1は、図4に示される点A、即ち回転数 N_1 で回転駆動されており、この時のコンバータ7に出力される界磁電流 I_d を電流 I_1 とする。そして、システムコントローラ11から目標回転数 N_0 として回転数 N_3 が指示された場合について説明する。

【0044】発電機コントローラ12は、図6に示される演算フローチャートのステップ（以下、単にSという）1～S5に従って界磁電流 I_d を演算し出力する。先ず、S1において、発電機コントローラ12は、システムコントローラ11から指示された目標回転数 N_0 と、回転センサ9からその時々発電機3の回転数 N を読み込む。

【0045】次に、S2は回転数比較処理（回転数比較手段）であって、発電機コントローラ12は、発電機3の目標回転数 N_0 とその時々発電機3の回転数 N とを比較し、その比較結果に基づいて、目標回転数 N_0 に対してその時々回転数 N が大きい小さいかを判断する。詳しくは、発電機コントローラ12は、S2において目標回転数 N_0 に対して回転数 N が大きい小さいかを判断する。その結果、回転数 N が目標回転数未満の場合、発電機コントローラ12はS2からS3に移る。一方、回転数 N が目標回転数以上の場合、発電機コントローラ12はS2からS4に移る。

【0046】図4に示されるように、発電機3の目標回転数 N_0 （ $=N_3$ ）は、その時の回転数 N_1 に比べて大きい。従って、発電機コントローラ12は、S2において、目標回転数 N_0 （ $=N_3$ ）に対してその時の回転数 N （ $=N_1$ ）が小さいと判断し、S2からS3に移る。

【0047】S3は界磁電流演算処理（界磁電流演算手段）であって、発電機コントローラ12は、目標回転数 N_0 とその時の回転数 N との差に基づいて、新たな界磁電流 I_d を演算する。その界磁電流 I_d の演算は、図5に示される、目標回転数 N_0 と回転数 N との回転数差に対する電流変更量マップに基づいて演算され、このマップは実験等により求められ、記憶手段としてのROM12aに予め記憶されている。このマップにおいて、原点Oより右側は、回転数差（ $=N-N_0$ ）が正、即ち、目標回転数 N_0 に対して回転数 N が大きい場合の電流変更量 ΔI （ >0 ）であり、原点Oより左側は、回転数差

（ $=N-N_0$ ）が負、即ち、目標回転数 N_0 に対して回転数 N が小さい場合の電流変更量 ΔI （ <0 ）である。

【0048】従って、発電機コントローラ12は、S3において、目標回転数 N_0 と回転数 N との回転数差に対応した負の電流変更量 $-\Delta I$ を求める。そして、発電機コントローラ12は、その電流変更量 $-\Delta I$ を界磁電流 I_d （ $=I_1$ ）に加算し、電流 I_1 から ΔI だけ減少させた新たな電流 I_2 （ $=I_1-\Delta I$ ）を演算する。即ち、S3は界磁電流減少処理（界磁電流減少手段）を構成する。その新たな電流 I_2 を演算すると、発電機コントローラ12はS3からS5に移る。

【0049】S5は界磁電流指示処理（界磁電流指示手段）であって、図1中の発電機コントローラ12は、S3において演算した界磁電流 I_d （ $=I_2$ ）をコンバータ7に対して指示する。図2に示されるコンバータ7の制御部7aは、指示された界磁電流 I_2 に基づいて各トランジスタT1～T6をオンオフ制御するタイミングを変更し、発電機3に発生する界磁の磁束を変化させる。すると、発電機3の駆動トルクは、図4の点Aから点Bに減少する。すると、エンジン1の発生トルクが発電機3の駆動トルクよりも大きくなるため、発電機3はエンジン1の回転によって加速され、発電機3の回転数は増加する。

【0050】次に、発電機3の回転数 N が増加して図4に示される点Cに移動した場合、図6に示されるS1において図1中の発電機コントローラ12に読み込まれるその時の回転数 N は回転数 N_2 となるこの回転数 N_2 は目標回転数 N （ $=N_3$ ）よりも大きい。従って、発電機コントローラ12は、図6に示されるS2において目標回転数 N_0 に対してその時の回転数 N （ $=N_2$ ）が大きいと判断し、S2からS4に移る。

【0051】S4はS3と同じく界磁電流演算処理（界磁電流演算手段）であって、発電機コントローラ12は、目標回転数 N_0 とその時の回転数 N との差に基づいて、新たな界磁電流 I_d を演算する。この時、目標回転数 N_0 に対して回転数 N は大きいので、発電機コントローラ12は、図5に示される回転数差—電流変更量マップに基づいて、目標回転数 N_0 と回転数 N との回転数差に対応した正の電流変更量 ΔI を求める。そして、発電機コントローラ12は、その電流変更量 ΔI を界磁電流 I_d （ $=I_2$ ）に加算し、電流 I_2 から ΔI だけ増加させた新たな電流 I_3 （ $=I_2+\Delta I$ ）を演算する。即ち、S4は界磁電流増加処理（界磁電流増加手段）を構成する。その新たな電流 I_3 を演算すると、発電機コントローラ12はS4からS5に移る。

【0052】S5において、図1中の発電機コントローラ12は、S4において演算した界磁電流 I_d （ $=I_3$ ）をコンバータ7に対して指示する。図2に示されるコンバータ7の制御部7aは、指示された界磁電流 I_3 に基づいて各トランジスタT1～T6をオンオフ制御す

るタイミングを変更し、発電機3に発生する界磁の磁束を変化させる。すると、発電機3の駆動トルクは、図4の点Cから点Dに増加する。すると、エンジン1の発生トルクが発電機3の駆動トルクよりも小さくなるため、発電機3はエンジン1が負荷となって減速し、発電機3の回転数は減少する。

【0053】そして、発電機コントローラ12は、上記のS1からS5のループを瞬時に繰り返し、その時々には演算した界磁電流I_dをコンバータ7に指示し、コンバータ7の制御部7aは、指示された界磁電流I_dに基づいて発電機3の磁束を変化させる。その結果、発電機3は、最終的にエンジン1の発生トルクとつり合う点E、即ち、目標回転数N3で安定し回転する。

【0054】上記したように本実施の形態においては、以下の効果を奏する。

(1) エンジン1に連結され回転駆動される発電機3は界磁電流による界磁制御に基づいて回転数に応じた電力を発電する。その電力はキャパシタ4に貯えられる。そして、エンジン1が最適なトルク特性に基づいて回転駆動されるとともに、その時々々の走行状態に基づいて必要とする発電量が演算され、その発電量とエンジン1の最適なトルク特性とに基づいて発電量に対応する発電機3を制御する目標とする目標回転数を演算する。そして、その目標回転数に基づいて、発電機3を界磁制御し、エンジン1の回転による発生トルクとに対して発電機3の駆動トルクがバランスする回転数で発電機3を回転駆動するようにした。

【0055】その結果、エンジン1は、燃費率最適なトルク特性で駆動されるため、燃費を良くすることができる。尚、本発明は上記実施の形態の他、以下のように実施してもよい。

【0056】上記実施形態では、界磁電流の制御可能な発電機3として内部磁石型電動機を用いたが、界磁電流の制御可能なものならば他の電動機又は発電機を用いてもよい。界磁電流の制御可能なものとして、例えば、内部磁石型電動機以外に、回転電機子型同期電動機、直流発電機、誘導電動機、等がある。尚、回転電機子型同期電動機、直流発電機はブラシを必要とするため、上記実施形態に比べてメンテナンスが必要となる。また、誘導電動機は電流のみによって作するため、効率が上記実施形態に比べて悪い場合がある。

【0057】上記実施形態では、内燃機関としてのエンジン1にガソリンエンジンを用いたが、内燃機関としてガソリンエンジンに代えてガスエンジン、ディーゼルエンジンやガスタービン等を用いて実施してもよい。その場合、エンジン発生トルク特性を固定するため、ガスエンジンでは吸入空気量を制御するバタフライバルブを、ディーゼルエンジンでは燃料噴射量を制御すればよい。

【0058】上記実施形態では、蓄電装置としてキャパシタ4（コンデンサ）を用いたが、これを変更してもよ

く、エネルギー残量が確認可能なフライホイール式蓄電機や、残量予測機能を備えたバッテリーを用いて実施してもよい。

【0059】上記実施形態では、エンジン出力を制御する際、スロットル弁の開度を調整する旨を記載したが、この構成を変更してもよい。例えば燃料噴射量を増量若しくは減量させてエンジン出力を制御したり、エンジン出力を減じさせる際において燃料の供給を止めてエンジンの発生トルクをゼロ以下にするようにしてもよい。

10 【0060】上記実施形態では、シリーズ型の電気自動車に具体化した但、図7に示すように、動力分割型の電機自動車に適用して実施してもよい。図7に示される電気自動車は、2つのモータジェネレータ（M/G）21、22を備え、これら双方にはキャパシタ23より電力が供給される。一方のモータジェネレータ21の出力軸21aとエンジン24の出力軸24aとは連結されている。各モータジェネレータ21、22の出力軸21a、22aの駆動力は、遊星差動ギア25を介して駆動軸26に伝達される。このシステムに本発明を適用した場合にも、同様の効果を得ることができる。

20 【0061】上記実施形態では、システムコントローラ11は、ROM11aに記憶されたエンジン1の燃費率が最適なトルク特性マップに基づいて目標回転数N0を演算するようにしたが、ROM11aにエンジン1の騒音が低い場合のトルク特性マップを記憶させ、そのトルク特性マップに基づいて目標回転数N0を演算するようにしてもよい。また、ROM11aにエンジン1のエミッションが最適なトルク特性マップを記憶させ、そのトルク特性マップに基づいて目標回転数N0を演算するよう
30 にもしてもよい。更に、ROM11aに記憶させるトルク特性マップとして、燃費率と騒音、騒音とエミッション、エミッションと燃費率、又は、燃費率と騒音とエミッション、が最適なトルク特性マップを記憶させ、システムコントローラ11はROM11aに記憶されたトルク特性マップに基づいて目標回転数N0を演算するよう
40 にもしてもよい。

【0062】以上、本発明の各実施の形態について説明したが、上記各形態から把握できる請求項以外の技術思想について、以下にそれらの効果とともに記載する。

40 (イ) 前記発電機は、回転電機子型同期電動機、誘導電動機、及び、直流電動機のうちのいずれか1つである請求項1乃至3、4、5に記載の電気自動車。この構成によれば、上記実施形態と同様の作用及び効果を得ることが可能となる。

【0063】(ロ) 前記発電機の出力軸と走行モータの出力軸の駆動力はギアを介して駆動軸に伝達される請求項1乃至6に記載の電気自動車。この構成による動力分割型の電気自動車においても、上記実施形態と同様の作用及び効果を得ることが可能となる。

50 【0064】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の電気自動車によれば、エンジンを特性に合った範囲で使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 一実施形態のシリアル型電機自動車の概略構成図。

【図2】 一実施形態のコンバータのブロック図。

【図3】 エンジン及び発電機のトルク特性図。

【図4】 エンジン及び発電機のトルク特性図。

【図5】 回転数に対する界磁電流の特性図。

【図6】 発電機制御フローチャート。

* 【図7】 別の動力分割型電気自動車の概略構成図。

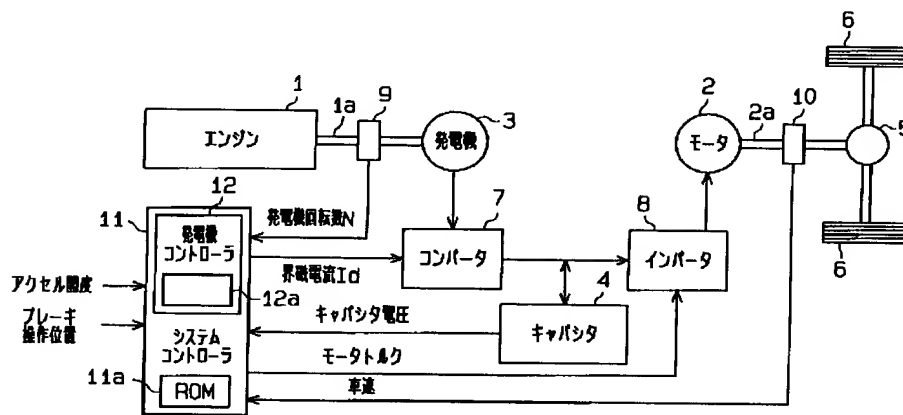
【図8】 従来の電気自動車の充電部分の概略構成図。

【図9】 従来のエンジン及び発電機のトルク特性図。

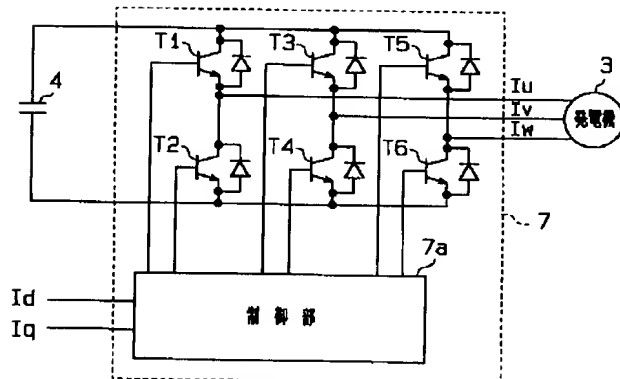
【符号の説明】

1…内燃機関としてのエンジン、2…走行モータ、3…発電機、4…蓄電装置としてのキャパシタ、7…発電制御装置、制御手段としてのコンバータ、9…回転数検出手段としての回転センサ、11…発電制御装置、回転数演算手段としてのシステムコントローラ、12…発電制御装置、界磁電流演算手段、回転数比較手段としての発電機コントローラ

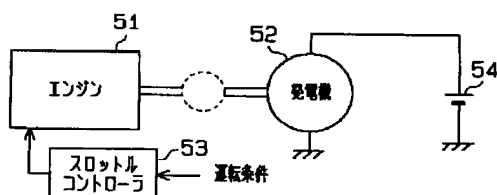
【図1】



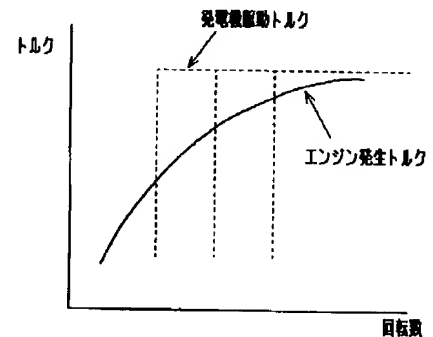
【図2】



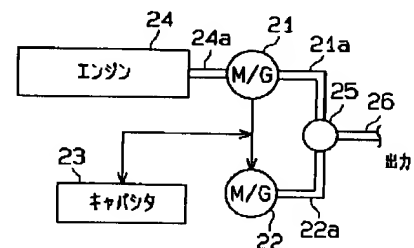
【図8】



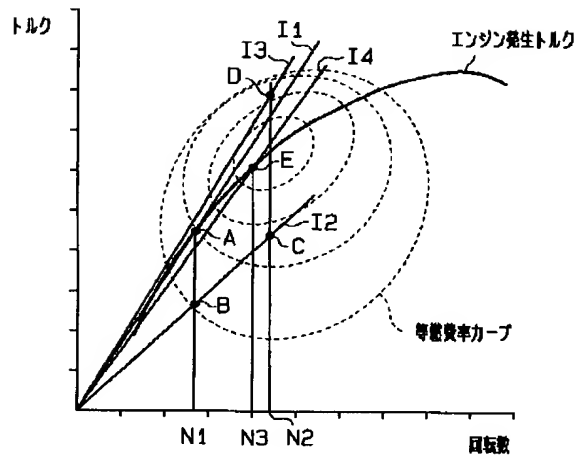
【図3】



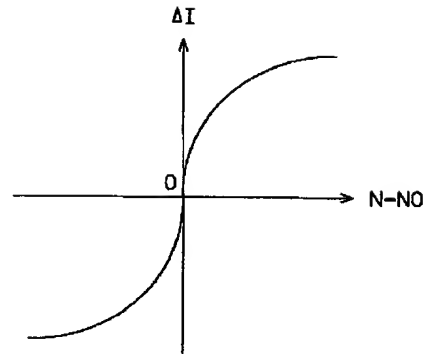
【図7】



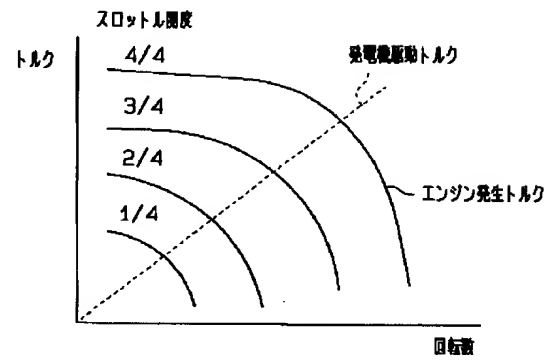
【図4】



【図5】



【図9】



【図6】

